

Clima y Ciudad: Una propuesta de Educación Ambiental

Fernando López Martín¹. Miguel Ángel Saz Sánchez²

¹ Departamento de Medio Ambiente. Gobierno de Aragón.

² Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza.

Resumen

Las interacciones entre la ciudad o los espacios urbanizados y las condiciones climáticas regionales han dado como resultado lo que se ha dado en llamar el "clima urbano". Estas relaciones son de gran interés para un grupo importante de estudiosos de distintas disciplinas (geógrafos, urbanistas, arquitectos, etc), pero son también una oportunidad para la Educación Ambiental, ya que ofrece la posibilidad de mostrar un fenómeno vivido por un porcentaje muy alto de personas con el que se puede sensibilizar acerca de diversas cuestiones ambientales.

En esta comunicación se plantea, a partir de la caracterización de la "isla de calor" de la ciudad de Zaragoza, una propuesta de programación de educación ambiental para el ámbito de la educación formal.

1. Introducción

Sin lugar a dudas los entornos urbanos son la máxima expresión de la transformación del medio natural por la acción del hombre y, por esta razón, pueden ser considerados como el medio ambiente más específicamente humano. Entre otras cosas, el hombre modifica la cubierta vegetal natural, hasta hacerla desaparecer o reducirla a espacios verdes seminaturales. Modifica también el ciclo hidrológico, eliminando buena parte de la infiltración y limitando la evaporación.

Pero además, los procesos de urbanización son capaces de modificar las características del clima regional. El entramado de calles y edificios altera las condiciones termohigrométricas de las capas atmosféricas más cercanas al suelo, hasta el punto de crearse un microclima propio y de características diferentes al del espacio circundante.

Las relaciones e interacciones que ofrece el estudio del clima urbano, como fenómeno ambiental, pueden ser un gran conjunto de instrumentos pedagógicos, en el más amplio sentido del término y en una línea de transversalidad propia de la Educación Ambiental. No podemos olvidar que a nivel planetario el 55 % de la población vive en ciudades y en el caso de Aragón cerca del 75%, por lo que las condiciones climáticas de su entorno y las relaciones ambientales que se crean condicionan, en gran medida, sus actividades, el ocio, la economía, la salud, etc.. Por tanto, a la vista de la explicación del fenómeno del clima urbano y la isla de calor, propondremos en este trabajo una posible acción pedagógica que ayude a su comprensión y transmisión.

Es evidente que las posibilidades son muchas y los destinatarios también, en edades, número de centros, etc., desde crear una red de observatorios en centros escolares que realizaran observaciones a distintas horas y altitudes para luego compartirlas y analizarlas o la realización de acciones de percepción o de sensibilización.

Nuestra propuesta, que hemos denominado *Clima y Ciudad*, esta pensada para realizar en un centro para alumnos de 2º ciclo de secundaria y bachillerato, con una ubicación preferente en el centro de la ciudad y con una duración mínima de dos años. Es un intento de diseñar una acción de Educación Ambiental, con un carácter pluridisciplinar, en el ámbito de la educación formal y adaptada al proceso curricular.

2. Las islas de calor. Caracterización del fenómeno en Zaragoza

En general, existe una clara percepción entre la población de que las ciudades son más cálidas que el campo. Esto es sin duda cierto, pero no puede ocultarse la existencia de variaciones espaciales y temporales en este comportamiento habitual del entramado urbano respecto de la periferia no urbanizada, pudiendo invertirse esta situación en determinados momentos del día.

Comparando la temperatura registrada en dos momentos distintos (fig. 1) en el interior de Zaragoza (observatorio del Paraninfo) y en el exterior (Aeropuerto) se observa que si bien a las 00 horas se registra la mayor parte de los días del año una temperatura más elevada en el centro, a las 13 horas no se percibe con tanta claridad esta situación, siendo frecuentes los días en los que a esta hora el exterior de la ciudad es más cálido que el centro de la misma, especialmente en verano.

De hecho, durante las horas de sol se ha observado que en verano las temperaturas del interior de la ciudad son más bajas que en el exterior (fig. 2), invirtiéndose esta situación desde el ocaso hasta el amanecer. En invierno, por el contrario, sólo en las horas centrales del día las temperaturas del exterior y del interior de la ciudad son similares, quedando el resto del día el centro de la ciudad de forma sistemática entre 2 y 3 °C por encima de las temperaturas de la periferia.

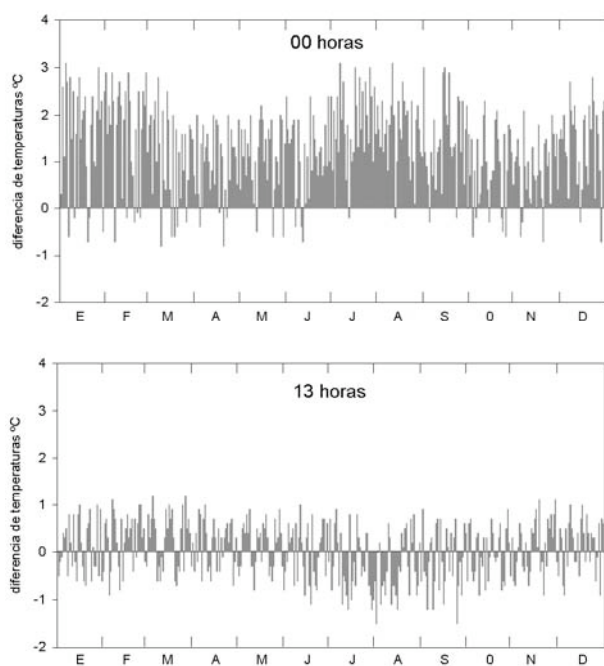


Fig. 1. Diferencia de temperaturas entre el centro de Zaragoza y el aeropuerto a las 0 y a las 13 horas a lo largo de un año

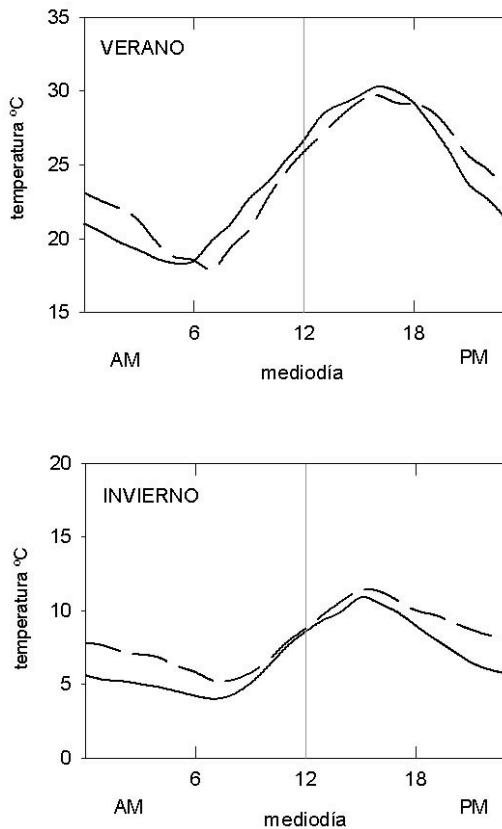


Fig. 2. Evolución de la temperatura en el centro de Zaragoza (línea discontinua) y en el aeropuerto (continua) a lo largo del día

A pesar de esas situaciones puntuales, lo habitual es que en el interior de las ciudades se muestre más cálido que la periferia no urbanizada, dando lugar a las conocidas en climatología local como "islas de calor". Su intensidad y configuración espacial están relacionadas con el tamaño y número de habitantes, pero también con una serie de factores geográficos, estructurales y atmosféricos que actúan de forma conjunta para dar lugar a islas de calor de características propias. Por ejemplo, los parques aparecen como zonas relativamente frías en comparación con las áreas construidas circundantes. Pero también la densidad de edificación, el tipo de materiales con los que éstos están contruidos, el tráfico, la distancia a los ríos y la topografía, pueden influir en mayor o menor medida en la configuración de esas islas de calor.

El estudio sistemático del clima urbano de Zaragoza es reciente. Se inicia en 1990 y se ha dirigido, en esencia, a estudiar la isla de calor, sus rasgos generales (frecuencia e intensidad), su configuración espacial horizontal, la localización del máximo térmico y el análisis de sus variaciones temporales.

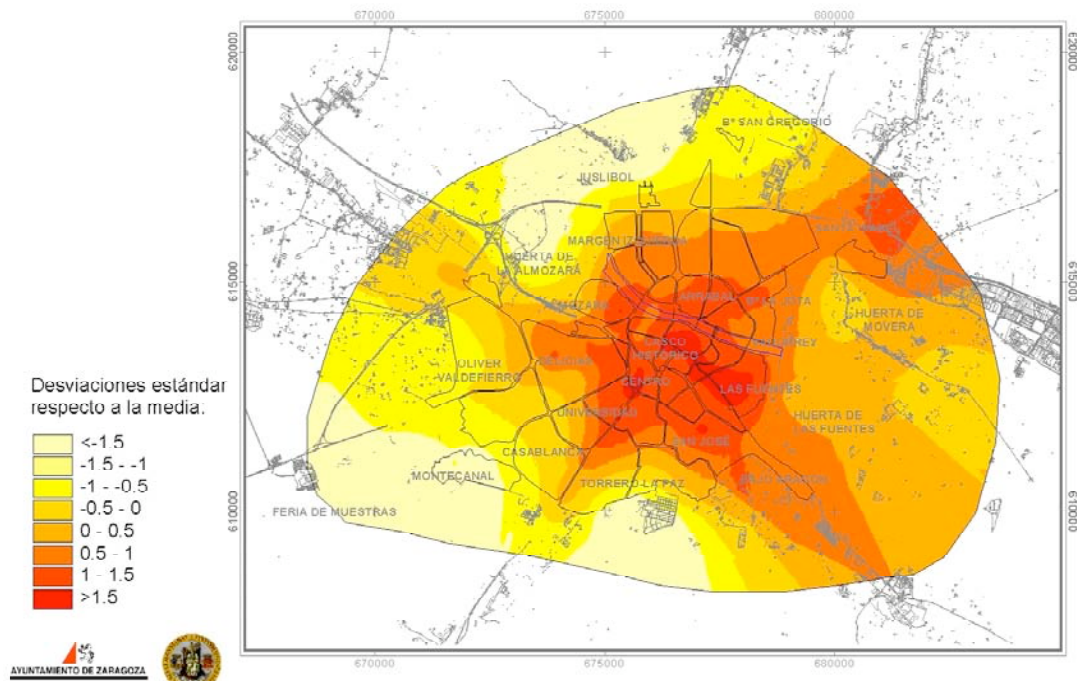


Fig. 3. Mapa térmico promedio de Zaragoza tres horas después de la puesta de sol y configuración de la isla de calor

Los resultados más recientes (fig 3), en los que se ha combinado la medición simultánea de temperaturas en 240 puntos de la ciudad y su periferia, tres horas después de la puesta de sol, mediante coches equipados con sensores de temperatura y humedad y el desarrollo de cartografías a través de sistemas de información geográfica, muestran la existencia de notables diferencias de temperatura. En términos absolutos, éstas pueden alcanzar los 6 °C, siendo en general de entre 3 y 4 °C.

La mayor intensidad de la isla de calor se produce en el sector central y centro-oriental de la ciudad. El eje de Fernando el Católico-Plaza de San Francisco y el entorno de Gran Vía-Avda. de Goya además de Coso-Plaza de España y las zonas próximas a la intersección entre el Camino de Las Torres y Miguel Servet, registran las temperaturas más elevadas en el interior de la ciudad. El centro histórico, Las Fuentes y San José, ofrecerían una intensidad de la isla de calor aún importante en relación a otros espacios urbanos, así como buena parte de Delicias, donde destaca la extensión hacia el oeste de esas condiciones de temperaturas más elevadas por la Avenida de Madrid.

Las zonas más frescas aparecen en todo el sector suroccidental, además de Montes de Torrero-Cementerio y el entorno de Juslibol-Academia General Militar. Espacios como la prolongación de la Avenida de Gómez Laguna, Montecanal, Carretera de Valencia, los señalados Montes de Torrero y Cementerio, Miralbueno-Oliver-Valdefierro y Juslibol- Parque Goya.

3. Factores que condicionan la isla de calor

Como apuntábamos antes, esta organización espacial de las temperaturas es consecuencia de la transformación del medio natural por parte del hombre. La sustitución de la cubierta vegetal por un sustrato impermeable, la masa compacta de edificios, la estructura urbana, el tráfico, etc, son evidencias claras de esta acción que contribuyen a modificar el clima de la ciudad.

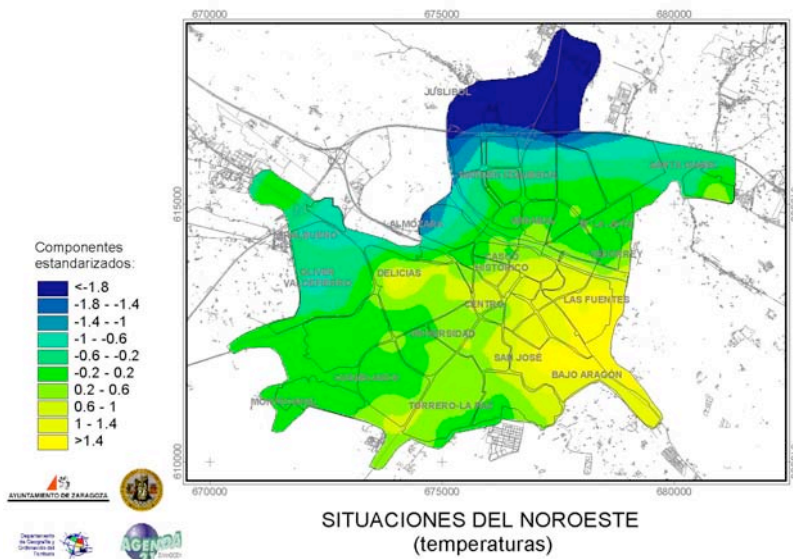
Mediante la cartografía de estos factores en un sistema de información geográfica y el tratamiento estadístico posterior de los mapas resultantes, se ha podido estimar la contribución de cada uno de ellos a la formación y configuración espacial de la isla de calor de Zaragoza.

De los resultados se deduce que son la densidad de edificación, la presencia de vegetación y la elevación los factores que más influyen sobre la isla de calor de Zaragoza. La reflectividad de las superficies, relacionada con el tipo de materiales de construcción empleados, muestra también una influencia significativa aunque inferior, mientras que la distancia a los ríos no se considera al estar correlacionada directamente con la elevación. Curiosamente el tráfico, al menos la intensidad de tráfico (que es la variable que fue analizada) no muestra una relación directa con la isla de calor. La explicación de esta escasa influencia habría de buscarse en la configuración en orlas concéntricas que ofrece el tráfico en la ciudad, localizándose la mayor intensidad en orlas periféricas y no en sentido radial.

Factores condicionantes	Correlación (r)
Elevación	-0.62
Densidad de edificación	0.60
Índice de vegetación	-0.57
Reflectividad de las superficies	-0.43
Distancia a los ríos	-0.57
Intensidad de tráfico	0.15

Tabla 1. Resultados del análisis multivariante realizado entre las variables geográfico-urbanas consideradas y la distribución espacial de las temperaturas

Además de estos parámetros geográficos y estructurales, el viento influye de forma decidida en la configuración espacial de la isla de calor. Mediante técnicas estadísticas basadas en el análisis en componentes principales se ha comprobado que existen tres formas principales de variación de la isla de calor en Zaragoza, o lo que es lo mismo, tres configuraciones típicas. La primera sería muy similar a la que muestra la isla de calor promedio presentada en la figura 3. Las otras dos ofrecen un desplazamiento de la isla de calor hacia el sureste o el noreste, más habitual la primera (fig. 4).



Se ha comprobado que este desplazamiento se encuentra relacionado en el primer caso con la presencia de vientos del noroeste, el conocido como cierzo, que es capaz de desplazar esa masa de aire más caliente hacia el sureste de la ciudad, en la dirección del flujo de aire. En situaciones de vientos del sureste, del conocido como bochorno, la isla de calor se desplaza hacia el noroeste, siguiendo también la dirección dominante del viento.

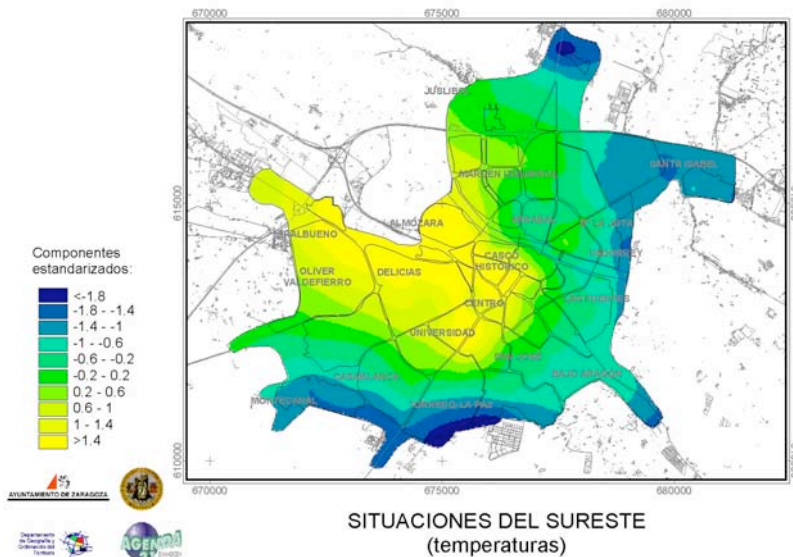


Tabla 4. Efecto de la dirección del viento sobre la configuración espacial de la isla de calor en Zaragoza

En definitiva pues, y a modo de conclusión, podemos señalar que en el caso de Zaragoza existe una isla de calor bien definida que en ocasiones puede alcanzar hasta los 6 °C de intensidad, que tiene forma concéntrica, con valores térmicos máximos en la margen derecha del Ebro en la zona central y centro-oriental de la ciudad, que esta isla se desplaza hacia el sureste o el noroeste en función del viento cierzo o del viento bochorno y que

Depende sobre todo del efecto combinado de la topografía, vegetación, reflectividad de los materiales y densidad urbana.

4. Propuesta didáctica: Clima y Ciudad

4.1. Trabajos previos y recursos

La puesta en marcha de esta actividad debe salvar la dificultad de la disponibilidad de la infraestructura de una caseta de observación meteorológica y el instrumental necesario, como mínimo se debe contar con un termómetro de máximas y mínimas, pluviómetro y un termohigrógrafo o un *data-logger* con el que poder obtener datos en los periodos de ausencia, fines de semana y vacaciones.

Otros recursos necesarios son fotos aéreas, mapas, planos, altímetro, anemómetro y por supuesto la utilización de biblioteca, medios audiovisuales e informáticos.

4.2. Metodología

Hemos considerado muy importante la elección de situaciones de aprendizaje en medios cercanos y concretos al alumnado, como la ciudad y el medio urbano en el que vive.

Se debe utilizar una metodología activa basada en la interdisciplinariedad, la inducción, la motivación, la observación, la interpretación, la interiorización y la práctica participativa. Es de destacar la importancia de emplear un enfoque sistemático. Si tenemos en cuenta que el medio ambiente es un sistema, este tipo de enfoque sirve como herramienta para la interpretación de la realidad y para preparar la acción.

4.3. Objetivos

En todo momento se debe intentar que el centro se convierta en un espacio importante de acercamiento a las características del entorno más próximo al alumnado. Por ello el conocimiento del clima y su relación con la ciudad debe favorecer el sentimiento de pertenencia a una colectividad y facilitar el inicio de una participación más consciente de la propia ciudad.

Como objetivos generales se deben trabajar todos aquellos relacionados con la problemática medioambiental y que ayuden al alumnado a madurar intelectual y personalmente.

Objetivos conceptuales

Comprender la naturaleza compleja del medio ambiente como resultado de la interrelación de elementos biológicos, físicos, sociales y culturales, tratando de conocer e interpretar las interdependencias de estos elementos en el tiempo y en el espacio, para promover la utilización más reflexiva y prudente de los recursos.

Reconocer que el clima en la ciudad es distinto al del campo circundante.

Investigar los agentes modificadores del clima de la ciudad (relieve, morfología de la ciudad, industrias, tráfico, contaminación, etc).

Identificar los agentes contaminantes del aire y sus efectos.

Explicar la relación entre el diseño urbanístico y el clima

Conocer la ciudad como ecosistema y espacio modificado por el hombre.

Objetivos procedimentales

Obtener y seleccionar información de distintas fuentes (medios de comunicación, mapas, imágenes, textos, tablas meteorológicas, etc)

Adquirir conocimientos sobre el medio urbano y el clima, incidiendo en la influencia del hombre.

Desarrollar una metodología científica: dominio de técnicas de observación, descripción, clasificación, formulación de hipótesis y obtención de conclusiones.

Realizar en grupos estudios de investigación y elaborar informes.

Objetivos actitudinales

Reaccionar con interés y responsabilidad individual y colectiva ante el deterioro del clima en las ciudades: contaminación, aumento de temperaturas, etc.

Mostrar curiosidad y motivación por conocer e indagar los factores que intervienen en la relación entre campo y ciudad.

Adquirir el hábito de desarrollar el sentido crítico, las actitudes y aptitudes necesarias para resolver problemas ambientales.

4.4. Propuesta de actividades

Primer año

- Puesta en marcha de la estación meteorológica
- Labores de documentación
- Aproximación teórica
- Itinerarios urbanos y visita a Instituciones (por ejemplo INM)
- Conocimiento de técnicas, tecnologías y fuentes necesarias.
- Constitución de los grupos de trabajo y realización de dinámicas de grupo.
- Realización de trabajos de investigación sobre el medio urbano y puesta en valor en la comunidad.
- Toma de datos meteorológicos de forma sistemática y comunicación de las primeras observaciones.

Segundo año

- Elaboración y presentación gráfica de los datos aportados por la estación meteorológica.
- Análisis y conocimiento del clima de la ciudad y su isla de calor.
- Realización de maquetas y juegos didácticos relacionados con el clima y la ciudad.
- Realización de una exposición con todos los trabajos realizados.

- Elaboración de conclusiones sobre las consecuencias de la relación entre clima y ciudad y propuestas de actuación.
- Evaluación

4.5. Evaluación de la actividad

Como todo proceso de Educación Ambiental debe contar con unos instrumentos de evaluación que analicen el proceso y los resultados. En este caso se propone que se lleve a cabo un proceso de evaluación continua, basada en la observación sistemática y cualitativa de los trabajos de los alumnos, con fichas de autoevaluación y puestas en común en el grupo. Es muy importante la evaluación de las actitudes y habilidades, así como la iniciativa y la creatividad, por ello a través de dinámicas de evaluación en grupo (murales de evaluación participativa, "gustómetros", etc) buscaremos obtener esta información.

Para saber más...

Capel, H. 1973. Percepción del medio comportamiento geográfico. *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*. Madrid.

Cuadrat, J.M.; Vicente-Serrano, S.M.; Saz, M.A. 2005. Los efectos de la urbanización en el clima de Zaragoza (España). Estudio de la isla de calor y sus factores condicionantes. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 40, pp 311-327.

López Martín, F. 1993. Nota sobre la percepción del clima urbano. El ejemplo de la ciudad de Zaragoza. *Geographicalia*, 32.

López Martín, F. 2003. *El Clima en el medio ambiente urbano de la ciudad de Zaragoza*. Tesis Doctoral (inédita)

Serrano, S.M.; Cuadrat, J.M., Saz, M.A. 2005. Spatial patterns of the urban heat island in Zaragoza (Spain). *Climate Research*, 30, pp 61-69.

